

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

1c971 U.S. PTO  
09/912398



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 7月27日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-227324

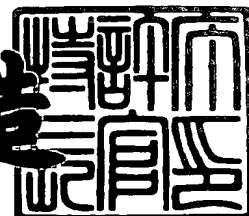
出 願 人  
Applicant(s):

株式会社東芝

2001年 3月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3020923

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000004168

【提出日】 平成12年 7月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 半導体デバイスの生産方法及び生産システム

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

【氏名】 稲浪 良市

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

【氏名】 馬越 俊幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 奥村 勝弥

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体デバイスの生産方法及び生産システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受注希望者と発注希望者との間でネットワークを介して情報を送受信することにより半導体デバイスの生産の受注を行い半導体デバイスを生産する半導体デバイスの生産方法であって、

発注希望者からの要求に応じて半導体デバイスの仕様の入力を発注希望者に促す第 1 のステップと、

発注希望者により選択された半導体デバイスの仕様に基づいて、キャラクタプロジェクション方式の荷電粒子ビーム露光によりパターンを転写する条件を考慮して、回路パターンを複数生成するとともに、各回路パターンについての少なくとも 2 つの設計パラメータを算出する第 2 のステップと、

前記少なくとも 2 つの設計パラメータを各回路パターンについて発注希望者に提示し、発注希望者が希望する条件を満足する回路パターンの選択を促す第 3 のステップと、

を有することを特徴とする半導体デバイスの生産方法。

【請求項 2】 前記第 2 のステップでは、各回路パターンについてのコスト及び納品までの期間を算出し、第 3 のステップでこれらコスト及び納品までの期間を発注希望者に提示することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体デバイスの生産方法。

【請求項 3】 前記コストは、前記キャラクタプロジェクション方式の荷電粒子ビーム露光のうち、新たに生産する C P アパーチャの生産コストを含めて算出され、前記期間は、新たに生産する C P アパーチャの生産期間を含めて算出されることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体デバイスの生産方法。

【請求項 4】 前記第 3 のステップの後、選択された回路パターンの生産をネットワークを介してデバイス生産者に依頼する第 4 のステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体デバイスの生産方法。

【請求項 5】 前記第 3 のステップの後、選択された回路パターンの生産に必要な C P アパーチャの生産をネットワークを介して C P アパーチャ生産者に依

頼する第4のステップを有することを特徴とする請求項1に記載の半導体デバイスの生産方法。

【請求項6】 ネットワークを介して半導体デバイスの生産を行う半導体デバイスの生産システムであって、

機能単位について単位回路パターンを最適化した複数のスタンダードセルを格納したスタンダードセルライブラリと、

キャラクタプロジェクション方式による荷電粒子ビーム露光に用いられる複数のCPアパーチャを設計データとして格納したCPアパーチャライブラリと、

ネットワークを介して発注希望者に半導体デバイスの仕様の入力を促す条件設定部と、

前記スタンダードセルライブラリ内のスタンダードセルを用いて前記仕様に基づいて回路パターンを複数生成する回路パターン生成部と、

前記回路パターン生成部で取得された複数の回路パターンについての少なくとも2つの設計パラメータを算出するパラメータ算出部と、

ネットワークを介して前記少なくとも2つの設計パラメータを発注希望者に提示し、発注を促す回路パターン選択部と

を具備してなることを特徴とする半導体デバイスの生産システム。

【請求項7】 前記パラメータ算出部はさらに、前記複数の回路パターンについてのコスト及び納品までの期間を算出し、

前記回路パターン選択部は、前記発注希望者に前記コスト及び納品までの期間を提示することを特徴とする請求項6に記載の半導体デバイスの生産システム。

【請求項8】 前記コストは、前記キャラクタプロジェクション方式の荷電粒子ビーム露光のうち、新たに生産するCPアパーチャの生産コストを含めて算出され、前記期間は、新たに生産するCPアパーチャの生産期間を含めて算出されることを特徴とする請求項7に記載の半導体デバイスの生産システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、キャラクタプロジェクション（CP）方式を用いた荷電粒子ビーム

露光による半導体デバイスの生産方法及び生産システムに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

電子ビーム露光は、半導体回路の微細パターンの加工を行う有効な手段である。

【 0 0 0 3 】

代表的な電子ビーム露光方式である可変成形ビーム（V S B）方式では、回路パターンを微小な長方形や三角形に分割して露光を繰り返す。従って、パターンの露光を行うに際して専用のマスクを作製する必要がない。しかし、電子ビームのショットは莫大な回数が必要となり、スループットの低減は避けられない。

【 0 0 0 4 】

このV S B方式のスループットを改善すべく、キャラクタプロジェクション（C P）方式が考案されている。このC P方式の場合、ビームサイズ以内の大きさの図形形状の電子ビームを成形して、図形（キャラクタ）の一括露光を行う。これによれば、ショット数を削減し、スループットが向上する。電子ビームの成形は、キャラクタ形状の開口を持つC Pアパーチャによってなされる。通常の電子ビーム露光装置では、キャラクタ選択偏向器の偏光領域内に配置することができる開口の数は、多くとも1 0 0個程度である。従って、メモリの様な繰り返し使用されているパターンが多いデバイスでは、パターン中の多くをC P方式で露光できる。しかし、A S I C等のロジックデバイスの場合、繰り返し使用される図形の種類が数百～数千種類と多くなっている。従って、C P方式で露光するよりも、V S B方式で露光する割合が多くなる。V S B方式の割合が多くなれば、C P方式を適用することにより得られるショット回数の削減効果は当然少なくなる。従って、高いスループットが得られない。それどころか、製品ごとにC Pアパーチャを作製する必要があるため、製作コスト及び期間を削減することができないという問題が生じる。

【 0 0 0 5 】

このようなロジックデバイス、特にスタンダードセル（S C）に基づいて設計される回路パターンの生成で、C P方式の電子ビーム露光を行うときのキャラク

タとなるSCの数を大幅に削減したり、使用するSCを限定して、論理合成及び自動配置配線（P & R : Place And Route）を行う方法が提案されている。この方法によれば、所望の回路パターンの性能やチップ面積等は若干劣る。しかし、電子ビーム露光のショット数は少なくできる。また、CP露光を行うキャラクタ数を、露光装置で用意できる数以下にすることも可能である。複数の異なるロジックデバイスに対して同じCPアパーチャを使用することも可能となる。従って、製品ごとにマスク、すなわちCPアパーチャを作製する必要が無くなり、製作コスト及び期間を省略することができる。

## 【 0 0 0 6 】

さらに、上記設計方法では、所望のデバイス仕様に対して複数のパターンが生成される。従って、それら複数のパターンの中からコスト面、納期の面、機能の面より最も好ましいと思われるパターンを選択することができる。この場合、パターンの選択の判断材料としては、1) 電子ビームのショット数が最も少なくなること、すなわち露光のスループットが最大となること、2) 既に作製してあるCPアパーチャを用いて電子ビーム露光を行うこと、すなわちCPアパーチャ作製のコスト及び期間を省略すること、3) 製作するデバイスのチップ面積が最小になること、4) 製作するデバイスの消費電力が最小となること、5) 製作するデバイスの動作周波数が最速となること、等が挙げられる。そして、これらの条件の中から、どの条件を優先し、その結果どの回路パターンのロジックデバイスを製作するのかはデバイス製作を依頼する本人、すなわち半導体製品メーカーからみればユーザ、顧客が行うのが好ましい。

## 【 0 0 0 7 】

従来の半導体デバイスの回路パターンの設計から電子ビーム露光までの流れを図10のフローチャートを用いて説明する。

## 【 0 0 0 8 】

図10に示すように、まず半導体デバイスの電子回路の記述を行う（s 1 0 1）。通常、ハードウェア記述言語（HDL）を用いて記述する。特に、レジスタ及びレジスタ間の論理回路の構成及び動作を記述するレジスタトランスファレベル（RTL）記述が用いられる。



## 【 0 0 0 9 】

次に、記述したRTL等と、動作周波数等のデバイス特性やチップ面積等の設計制約条件に基づいて論理合成を行う（s 1 0 2）。これにより、設計制約条件を満たす論理回路ができる。そして、その論理回路に基づいて回路パターンが合成される。ここで、論理ゲートやフリップフロップ等の機能単位について単位回路パターンを最適化したスタンダードセルに機能を割り当てる。そして、チップ上にそれらスタンダードセルのパターンを配置し、各スタンダードセル間を配線する。この配置配線はP & R (Place And Route) と呼ばれる。

## 【 0 0 1 0 】

次に、様々な検証を行い、デバイスのパターンデータを生成する（s 1 0 3）。

## 【 0 0 1 1 】

以上、（s 1 0 1）乃至（s 1 0 3）は回路パターンの設計者によりなされる。

## 【 0 0 1 2 】

そして、以下の（s 1 0 4）以降のステップはプロセス技術者により行われる。

## 【 0 0 1 3 】

まず、パターンデータを回路パターンの設計者から受け取り（s 1 0 4）、パターンデータに含まれる図形中から、CP露光を行う際のキャラクタとなり得る図形、例えば繰り返し使用される図形を抽出する。そして、その抽出された図形から、露光装置に搭載可能なキャラクタ数を限界として、CP露光を行うキャラクタに割り当てる（s 1 0 5）。それ以外の図形は、VSB方式で露光することを決定する。

## 【 0 0 1 4 】

次に、割り当てられたキャラクタについてのCPアパーチャを製作する（s 1 0 6）。そして、（s 1 0 4）及び（s 1 0 5）の情報に基づいて、設計情報をパターンデータを使用する電子ビーム露光装置に入力可能な露光データに変換する（s 1 0 7）。次に、（s 1 0 6）で作製されたCPアパーチャを露光装置に

装着し、(s 1 0 7) で生成された露光データを露光装置に入力し、電子ビーム露光を実施する (s 1 0 8) 。そして、電子ビーム露光が完了した試料を露光装置から取り出し、加熱や現像を経てレジストパターンが作製される (s 1 0 9) 。

#### 【 0 0 1 5 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上のような回路パターンの設計及び電子ビーム露光の手法の場合、(s 1 0 1) ～ (s 1 0 3) までは、回路パターンの設計者、(s 1 0 4) ～ (s 1 0 9) はプロセス技術者が行うというように、各工程を担当する者が単一ではなく複数となる。この場合、例えば設計者が設計する回路パターンについては、C P 方式での電子ビーム露光でのキャラクタについては考慮されていない。一方、プロセス技術者は、設計者が生成したパターンデータ中から、C P 露光を行う単位となる図形を抽出してキャラクタに割り当てていく。しかし、プロセス上制約を受ける内容について設計者はすべて考慮することはできない。従って、プロセス上ある設計上のパラメータについては満足しているが、他のパラメータについては非常に効率の悪い露光方法をとらざるを得ない場合が少なくない。また、このことが、半導体デバイスの生産に当たり、ユーザのニーズには必ずしも合致しない設計及び露光方法をとることに結びつく。すなわち、ユーザが希望する半導体デバイスの動作を半導体デバイスメーカーに指示すると、その動作に基づいて最高の設計条件を満たす回路パターンを設計者が選択し、その選択された回路パターンをプロセス技術者が電子ビーム露光により製作するというプロセスがとられているため、最終的に製作されるまでのコストや期間等がユーザのニーズに対応できないという問題があった。すなわち、ユーザにとっては上記 1) ～ 5) に示すようなパターン選択の判断材料があるにもかかわらず、実質的にはユーザにとってのパターン選択の判断は極めて限られた設計上のパラメータのみに基づいてなされていた。

#### 【 0 0 1 6 】

本発明は上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、ユーザのニーズを満足する半導体デバイスを効率的に生産する半導体デバイス

の生産方法及び生産システムを提供することにある。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

この発明の第 1 の観点によれば、受注希望者と発注希望者との間でネットワークを介して情報を送受信することにより半導体デバイスの生産の受注を行い半導体デバイスを生産する半導体デバイスの生産方法であって、発注希望者からの要求に応じて半導体デバイスの仕様の入力を発注希望者に促す第 1 のステップと、発注希望者により選択された半導体デバイスの仕様に基づいて、キャラクタプロジェクション方式の荷電粒子ビーム露光によりパターンを転写する条件を考慮して、回路パターンを複数生成するとともに、各回路パターンについての少なくとも 2 つの設計パラメータを算出する第 2 のステップと、前記少なくとも 2 つの設計パラメータを各回路パターンについて発注希望者に提示し、発注希望者が希望する条件を満足する回路パターンの選択を促す第 3 のステップと、を有することを特徴とする半導体デバイスの生産方法が提供される。

【 0 0 1 8 】

ここで、半導体デバイスの仕様とは、論理合成や P & R を行っていない段階の半導体デバイスの受注希望者が受注するに当たり半導体デバイスを特定するための受注条件を指し、例えば動作周波数、チップ面積、消費電力等の設計パラメータも含まれる。

【 0 0 1 9 】

ここで、設計パラメータとは、例えば動作周波数、チップ面積、消費電力、スループット、ショット数、CP アパーチャの使用数等の半導体デバイスの設計に必要なパラメータのみならず、半導体デバイスの受注から発注までに受注希望者がデバイスの受注条件として参照される例えば製作コスト、納品までの期間等のパラメータも含むものとする。換言すれば、設計パラメータは、受注者が受注するか否かを決定するのに影響を及ぼすすべてのパラメータを指す。

【 0 0 2 0 】

このような構成によれば、半導体デバイスの生産を依頼する発注希望者は、ネットワークを介して受注希望者と直接接続し、生産したいデバイスの回路パター

ンの生成をシミュレーションにより行うことができる。その際、発注希望者が必要とするデバイスの性能、チップ面積やコスト、期間等、発注希望者が生産を依頼する際の判断材料となる各パラメータをそれぞれ発注希望者に提示し、発注希望者に選択させることにより、従来設計者、プロセス技術者及び発注希望者間で生じていたデバイス設計の意識のずれを生じることなく発注希望者にとって最適なパターンの選択及び発注を実現することができる。より具体的には、デバイスの性能が若干劣るかわりに、安くあるいは速く生産できるパターンを選択することができる。

## 【 0 0 2 1 】

また、電子ビーム露光の際に使用するCPアパーチャに既存のものを使用するか否かにより変動するデバイスの製作期間を正確に見積もることができる。既存のものを使用する点を考慮するため、CPアパーチャを製作するコストと期間を省略でき、少量生産を行った場合でもコストの上昇を抑制できる。

## 【 0 0 2 2 】

また、受注希望者から半導体メーカーやCPアパーチャメーカーにリアルタイムで発注できるため、製作期間の短縮が図れる。

## 【 0 0 2 3 】

望ましくは、第2のステップでは、各回路パターンについてのコスト及び納品までの期間を算出し、第3のステップでこれらコスト及び納品までの期間を発注希望者に提示する。これにより、半導体デバイスの設計パラメータのみならず、より発注希望者のニーズに近いパラメータをパターン決定の判断基準とすることができ、より高い顧客満足度を得ることができる。

## 【 0 0 2 4 】

望ましくは、コストは、前記キャラクタプロジェクション方式の荷電粒子ビーム露光のうち、新たに生産するCPアパーチャの生産コストを含めて算出され、前記期間は、新たに生産するCPアパーチャの生産期間を含めて算出される。これにより、キャラクタプロジェクション方式を用いた荷電粒子ビーム露光を行う場合に、既存のCPアパーチャと新たに生産する必要のあるCPアパーチャとの間で生じる生産期間及び生産コストまでを含めて発注希望者にパターン選択の判

断基準として提供される。従って、発注希望者は受注希望者の状況をよりの確に把握してパターンの選択を行うことができる。また、マスクを製作するコストと期間を省略することができるため、少量の生産を行った場合にもコストの上昇を抑制することができ、発注希望者それぞれのニーズに合った半導体デバイスの生産が可能となる。

## 【 0 0 2 5 】

望ましくは、第3のステップの後、選択された回路パターンの生産をネットワークを介してデバイス生産者に依頼する第4のステップを有する。また、第3のステップの後、選択された回路パターンの生産に必要なCPアパーチャの生産をネットワークを介してCPアパーチャ生産者に依頼する第4のステップを有する。これにより、受注希望者から直接工場等のデバイスメーカーやCP生産者に半導体デバイスの生産依頼を受注と同時に行うことができる。これにより、ユーザの希望を反映した半導体デバイスを迅速に生産することができる。

## 【 0 0 2 6 】

なお、方法に係る本発明はその方法を実現するための半導体デバイスの生産システムとしても成立する。

## 【 0 0 2 7 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

## 【 0 0 2 8 】

## (第1実施形態)

図1は本発明の第1実施形態に係る半導体デバイス生産システムのネットワーク構成を示す図である。受注希望者としてこの生産システムを運営するシステム運営者のサーバ1、この生産システムを利用する複数の発注希望者としてのユーザのユーザ端末2、サーバ1からのアパーチャ生産発注に基づきアパーチャを生産するアパーチャメーカーのアパーチャメーカー端末3、サーバ1からのデバイス生産発注に基づきデバイスを生産するデバイスメーカーのデバイスメーカー端末4がネットワーク5に接続されている。ネットワークの接続態様は有線でも無線でもよい。また、デバイスメーカーやアパーチャメーカーの工場に配置された露光装置を制

御する露光制御コンピュータにサーバ 1 がネットワーク 5 を介さずに専用線等で直接接続されていてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 2 はサーバ 1 の詳細な構成の一例を示す図である。図 2 に示すように、ネットワーク 5 との間のデータのやりとりを行うインタフェース 1 1 が各種データ処理を行うプロセッサ 1 2 に接続されている。プロセッサ 1 2 はセルライブラリ 1 3 及び C P アパーチャライブラリ 1 4 に接続されている。C P アパーチャライブラリ 1 4 は、デバイスメーカーやアパーチャメーカーの工場に配置された露光制御コンピュータに専用線等で直接接続されていてもよい。

【 0 0 3 0 】

プロセッサ 1 2 は、条件設定部 1 2 a、回路パターン生成部 1 2 b 及び回路パターン選択部 1 2 c を有する。条件設定部 1 2 a はユーザに半導体デバイスの動作・仕様の入力あるいは選択を促し、回路パターン生成の基本となる条件の設定を行う。回路パターン生成部 1 2 b はユーザから提供された動作・仕様に基づいて複数の回路パターンを生成する。また、各回路パターンの設計パラメータを算出する。パターン選択部 1 2 c は、回路パターン生成部 1 2 b で得られた複数の回路パターンを設計パラメータとともにユーザに提示し、ユーザに回路パターンの選択を促す。

【 0 0 3 1 】

セルライブラリ 1 3 は、機能単位について単位回路パターンを最適化した複数のスタンダードセルを格納しており、このスタンダードセルを組み合わせることにより回路パターンが生成される。

【 0 0 3 2 】

C P アパーチャライブラリ 1 4 は、キャラクタプロジェクション方式による電子ビーム露光に用いられる複数の C P アパーチャを設計データとして格納しており、この C P アパーチャライブラリ 1 4 内の C P アパーチャを用いることにより、V S B 方式と C P 方式を組み合わせた回路パターンの設計が可能となる。

【 0 0 3 3 】

次に、図 3 に示すタイミングチャート及び図 4 に示すフローチャートを用いて

本実施形態に係る半導体デバイス生産システムの動作を説明する。なお、以下に示す動作におけるデータのやりとりは、特に示さない限りネットワーク 5 を介して行われるものとする。

#### 【0034】

まず、ユーザがユーザ端末 2 からサーバ 1 に接続し、サーバ 1 に半導体デバイスの生産要求を行う (s 1)。プロセッサ 12 内の条件設定部 12 a は、例えば図 5 に示すようなデバイス動作・仕様選択画面をユーザ端末 2 に提供する (s 2)。図 5 に示すように、41 には代表的なデバイスのリストが表示され、42～44 はそれぞれ動作周波数、チップ面積、生産数を入力できる。生産数は、チップ数、ウェハ数、ロット数等で指定可能である。なお、これら動作周波数やチップ面積等、ユーザが希望するデバイスを特定する設計しようとしての各パラメータは、例えば動作周波数であれば 600MHz～620MHz や 600MHz 以上というように、一義に定まる値ではなく所定の範囲を有する値として入力されるのが好ましい。ユーザが予めハードウェア記述言語 (HDL) によりデバイスの動作を記述して用意しておいた場合、図 5 の 41 に設けられた “Upload” ボタンをクリックし、サーバ 1 に提供することもできる。“OK” ボタンをクリックするとこれら入力データがサーバ 1 に送信され (s 3)、次のステップ (s 4) に進むことができる。また、“Cancel” ボタンをクリックするとサーバ 1 との接続を終了することができる。

#### 【0035】

サーバ 1 内の回路パターン生成部 12 b は、ユーザ端末 2 から送信された動作周波数、チップ面積、生産数等の設計仕様に基づいて半導体回路パターンの合成を行う (s 4)。

#### 【0036】

図 6 は回路パターン生成部 12 b における半導体回路パターンの合成動作 (s 4) のフローチャートを示す図である。

#### 【0037】

まず、回路パターンが CP 方式の電子ビーム露光で形成されると仮定し、CP アパーチャライブラリ 14 に登録されている CP アパーチャ上に配置されている

スタンダードセルのみを用いてパターンの合成を試みる（s 4 1）。ここで、C P アパーチャライブラリ 1 4 に登録されている C P アパーチャは、実際の電子ビーム露光装置に装着可能な C P アパーチャに対応しているもので、C P アパーチャ内に用意されているスタンダードセルの情報を取得することができる。換言すれば、新たな C P アパーチャの作製が必要となるスタンダードセルは使用しないものと仮定してパターンを合成する。

## 【 0 0 3 8 】

C P アパーチャライブラリ 1 4 に登録されている C P アパーチャが複数ある場合には、その組み合わせの数だけ上記（s 4 1）における合成を繰り返し、各組み合わせについてパターンを合成する。従って、すべての組み合わせについてパターンを合成したか否かを判定し（s 4 2）、すべてについて合成が終了した場合には（s 4 3）に進み、終了していない場合には他の組み合わせについて再度（s 4 1）の工程に進む。

## 【 0 0 3 9 】

（s 4 3）では、通常の方法を用いて、スタンダードセルライブラリ 1 3 内のすべてのスタンダードセルを使用可能な状態で論理合成及び P & R を行い、パターンを生成する。ここで、C P アパーチャを用いない部分の露光については V S B 方式が割り当てられる。

## 【 0 0 4 0 】

次に、（s 4 4）では、（s 4 3）で生成したパターンを C P 方式の電子ビーム露光を行う場合のショット回数を計算する。次いで、（s 4 5）では、得られた回路パターンが登録済み C P アパーチャに適用可能なかを判定し、適用できない回路パターンを新たな C P アパーチャに割り当てる。そして、新たな C P アパーチャの製作に必要なコスト及び期間を算出する。次いで、パターンの中で使用されているスタンダードセルのうち、C P 方式で露光することにより、V S B 方式で露光した場合に比較して最もショット回数の削減効果が小さいスタンダードセルを次回以降のパターンの合成では使用しないと定義する（s 4 6）。

## 【 0 0 4 1 】

以上を示したパターンの合成、ショット回数の計算及び次回以降使用しないス



スタンダードセルの決定を、ユーザが指定した動作周波数等の設計仕様を満足するパターンが合成できなくなるまで繰り返し行い、その都度パターンを生成する。すなわち、ユーザによる設計仕様の各パラメータを満足しているか否かをパターンの生成する毎に判定し（s 4 7）、満足している場合には（s 4 3）に戻り別の合成パターンについてのショット回数を計算する。満足しなくなった場合には回路パターンの合成を終了する（s 4 8）。なお、（s 4 7）では、判定の際にユーザにより指定された各パラメータを各合成パターン毎に算出しておき、その各パラメータを保存しておく。

## 【 0 0 4 2 】

以上の合成動作により、合成された半導体回路パターンが複数得られる。そして、各パターンについての動作周波数、チップ面積、消費電力、マスク作製の有無、コスト及び製作期間等の設計パラメータを算出（s 5）し、次いで回路パターン選択部 1 2 c は各パターンについてこれら設計パラメータを例えば図 7 に示す画面例のように一覧としてユーザ端末 2 の画面上に表示する（s 6）。なお、マスク作製コスト及び製作期間の算出には、（s 4 5）で算出した C P アパーチャの製作コスト及び期間が考慮される。

## 【 0 0 4 3 】

スタンダードセル数を削減していった場合の消費電力、ショット回数、チップ面積の各設計パラメータ値の算出例を図 8 に示す。横軸はスタンダードセル数、縦軸は使用するスタンダードセルの制限無く生成したパターンを基準に規格化した面積、消費電力、ショット回数である。図 8 は、1 0 0 M H z の周波数で動作することを条件としてパターンを合成したもので、C P 方式の電子ビーム露光装置で利用できるキャラクタ数は 1 0 0 個である。即ち、C P アパーチャ上に、キャラクタ 1 0 0 個分のスタンダードセルの形状を用意することができ、その個数を超える分は V S B 方式で露光する。

## 【 0 0 4 4 】

また、図 8 は、通常の方法で設計した場合に使用したスタンダードセルは 8 4 個で、徐々に回路の合成に使用するスタンダードセルの数を減らしながら生成した場合である。図中の（A）～（F）は、それぞれ、（A）通常的设计方法によ

るパターン、(B)消費電力が最も少ないパターン、(C)チップ面積が最も小さいパターン、(D)電子ビームのショット数が充分少なく、チップ面積、消費電力の増加も許容できる範囲のパターン、(E)電子ビームのショット回数が最も少なくなるパターン、(F)スタンダードセルの数が充分少なく、既に登録済み(所有している)のCPアパーチャ上に用意されているスタンダードセルのみで合成できるパターン、である。また、このような各パラメータから、サーバ1内の回路パターン生成部12bは、各パターンの電子ビームのショット数に基づき電子ビーム露光のスループットを計算する。そして、得られたスループットと、CPアパーチャの作製の有無、製作する半導体デバイスのロット数あるいはウェハ枚数から、製作にかかるコストと期間を算出する。

#### 【0045】

例えば、(F)のパターンを選択し、既存の、すなわち登録済みのCPアパーチャを使用して電子ビーム露光を行う場合、半導体デバイスのチップ面積は通常の場合の(A)のパターンと比較して6%、消費電力は15%程度増加するため、デバイスの性能は劣る。一方、電子ビームのショット数はほぼ半減でき、さらに新規にCPアパーチャを作製する必要がないため、CPアパーチャ作製にかかるコストと期間を削減することができ、これらのパターンの中では最も安く、最も速くデバイスの製作を行うことができる。

#### 【0046】

ユーザは、これら複数の設計パラメータを判断材料として、一覧として表示された各パターンのリストから希望する半導体回路パターンがあるか否かを判定し(s6a)、あると判定した場合にはその希望するパターンを、そのパターンに対応して設けられた画面上のチェックボックスをクリックすることにより選択する。パターンを選択した後、“OK”ボタンをクリックすることにより、パターンの選択情報がサーバ1に送信される(s7)。パターンの選択情報を受信したサーバ1は、そのパターンによりデバイス製作の発注を行うため、その選択されたパターンの最終的なコストを算出し(s8)、そのコストに関するデータをユーザ端末2に送信してユーザ端末2の画面に例えば図9のように表示するとともに、ユーザに支払い方法の入力を促す(s9)。図9に示す画面で提示されたコ

ストでユーザが満足する場合、支払い方法を入力した後、“OK” ボタンをクリックする。この“OK” ボタンのクリックによりサーバ1に正式な発注がなされる(s 1 0)。サーバ1は、正式な発注をユーザから受けた後、デバイスメーカー端末4にデバイスの発注を行うとともに、ユーザにより選択されたパターンに関する情報が送信される(s 1 1)。また、必要であれば新たなCPアパーチャの生産依頼をアパーチャメーカー端末3に行う(s 1 2)。以上により半導体デバイスの受注及び発注動作が終了する(s 1 3)。

## 【 0 0 4 7 】

デバイスメーカー端末4は、使用するCPアパーチャのデータをサーバ1のCPアパーチャライブラリ14から取得する。そして、このデータを基にデバイスメーカーは、そのデータに対応したCPアパーチャを露光装置に装着してパターン露光を開始する。新たなCPアパーチャの生産依頼があった場合、デバイスメーカーは、アパーチャメーカーからネットワーク5を介さずに納入されたCPアパーチャを露光装置に装着し、パターンの露光を開始する。

## 【 0 0 4 8 】

ステップ(s 6 a)で、ユーザが満足できるパターンが無かった場合には、ステップ(s 1 4)に進み、デバイスの動作周波数やチップ面積等の設計仕様を変更して設計をやり直すかどうかを判断する。設計をやり直す場合には図7に示す画面上で“Retry” ボタンをクリックしてステップ(s 2)の図5に示す画面における条件(設計仕様)の再入力に戻る。設計を終了する場合には“Cancel” ボタンをクリックしてサーバ1への接続を終了する(s 1 3)。

## 【 0 0 4 9 】

このように本実施形態によれば、半導体デバイスの生産を依頼するユーザは、ネットワーク5を介して半導体メーカーのサーバと直接接続し、生産したいデバイスの回路パターンの生成をシミュレーションにより行うことができる。その際、ユーザが必要とするデバイスの性能、チップ面積やコスト、期間等、ユーザが生産を依頼する際の判断材料となる各設計パラメータをそれぞれユーザに提示し、ユーザに選択させることにより、従来設計者、プロセス技術者及びユーザ間で生じていたデバイス設計の意識のずれを生じることなくユーザにとって最適なパタ

ーンの選択及び発注を実現することができる。より具体的には、デバイスの性能が若干劣るかわりに、安くあるいは速く生産できるパターンを選択することができる。

## 【 0 0 5 0 】

また、電子ビーム露光の際に使用するＣＰアパーチャに既存のものを使用するか否かにより変動するデバイスの製作期間を正確に見積もることができる。既存のものを使用する点を考慮するため、ＣＰアパーチャを製作するコストと期間を省略でき、少量生産を行った場合でもコストの上昇を抑制できる。

## 【 0 0 5 1 】

また、サーバから半導体メーカーやＣＰアパーチャメーカーにリアルタイムで発注できるため、製作期間の短縮が図れる。

## 【 0 0 5 2 】

本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、サーバ１、ユーザ携帯端末２のみネットワーク５に接続されていれば、アパーチャメーカー端末３、デバイスメーカー端末４はネットワーク５に接続されていなくても良い。この場合、デバイスメーカー端末４は少なくともサーバ１のＣＰアパーチャライブラリ１４に専用線等により接続され、データを受信できるのが好ましい。

## 【 0 0 5 3 】

また、サーバ１はデバイスメーカーを兼ねていてもよい。すなわち、サーバ１がユーザから発注を受け、デバイスメーカーとしてそのユーザからの発注情報に基づいてパターン製作を行ってもよい。

## 【 0 0 5 4 】

また、ユーザに複数の回路パターンから希望するパターンを選択する場合に図７に示すような各パラメータの一覧をリストとして表示する場合を示したが、例えば図８に示すように各パラメータを通常的设计方法で規格化した折れ線グラフで示してもよい。もちろん、この他各設計パラメータがユーザに提供される形態をとれば、棒グラフ等如何なる方法でユーザに各設計パラメータが示されても良い。また、図７では動作周波数等の各設計パラメータはユーザが実際に半導体デバイスの機能等を判定する単位を用いて提示したが、例えば図８に示すような規

格化した値を併せて提示してもよいし、規格化した値のみを提示してもよい。この場合、ユーザが（s 3）で提供したデバイスの動作・仕様の各設計仕様値を1として規格化するのが好ましい。

【0 0 5 5】

また、電子ビーム露光により半導体デバイスを生産するものとして示したが、イオンビーム等、他の荷電粒子ビーム露光も含まれることはもちろんである。

【0 0 5 6】

また、CP方式にVSB方式を組み合わせた例として示したが、VSB方式でなくてもよい。例えば、ポイント・ビーム等によるいわゆる一筆書き方式とCP方式を組み合わせてもよい。

【0 0 5 7】

さらに、本発明における発注希望者（ユーザ）と受注希望者（サーバ）の間での情報のやりとりは、必ずしもネットワークを介さずに行ってもよい。例えば、サーバ側で複数の回路パターンについてのユーザの必要とする設計パラメータを算出し、その設計パラメータを一覧として表示したリストを紙面等でユーザに提示し、ユーザに希望する回路パターンの選択を促してもよい。従って、この明細書には以下の発明が含まれることを確認する。

【0 0 5 8】

受注希望者と発注希望者との間で情報をやりとりすることにより半導体デバイスの生産の受注を行い半導体デバイスを生産する半導体デバイスの生産方法であって、発注希望者からの要求に応じて半導体デバイスの仕様の提供を発注希望者に促す第1のステップと、発注希望者により選択された半導体デバイスの仕様に基づいて、キャラクタプロジェクション方式の電子ビーム露光によりパターンを転写する条件を考慮して、回路パターンを複数生成するとともに、各回路パターンについての少なくとも2つの設計パラメータを算出する第2のステップと、前記設計パラメータを各回路パターンについて発注希望者に提示し、発注希望者が希望する条件を満足する回路パターンの選択を促す第3のステップと、を有することを特徴とする半導体デバイスの生産方法。

【0 0 5 9】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明の半導体デバイスの生産方法によれば、ユーザのニーズを満足する半導体デバイスを効率的に生産することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る半導体デバイス生産システムのネットワーク構成を示す図。

【図 2】

同実施形態に係るサーバの詳細な構成の一例を示す図。

【図 3】

同実施形態に係る半導体デバイス生産システムの動作のタイミングチャートを示す図。

【図 4】

同実施形態に係る半導体デバイス生産システムの動作のフローチャートを示す図。

【図 5】

同実施形態に係るユーザ端末側に表示されるデバイス動作・仕様選択画面の一例を示す図。

【図 6】

同実施形態に係るサーバにおける半導体回路パターンの合成動作のフローチャートを示す図。

【図 7】

同実施形態に係るユーザ端末側に表示されるパターン選択画面の一例を示す図。

【図 8】

同実施形態に係るスタンダードセル数を削減していった場合のスタンダードセル数に対する消費電力、ショット回数及びチップ面積の各パラメータの算出例を示す図。

【図 9】

同実施形態に係るユーザ端末側に表示される発注画面を示す図。

【図 1 0】

従来の半導体デバイスの生産のフローチャートを示す図。

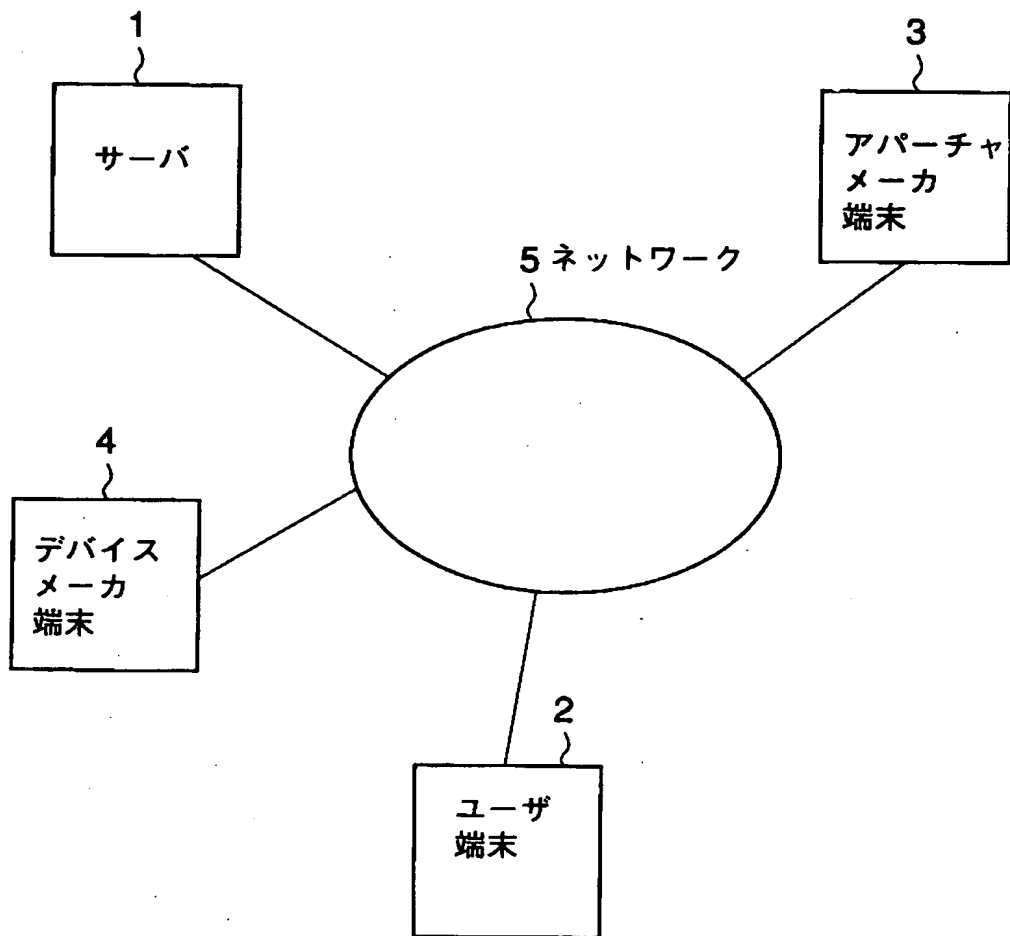
【符号の説明】

- 1 …サーバ
- 2 …ユーザ端末
- 3 …アパーチャメーカー端末
- 4 …デバイスメーカー端末
- 5 …ネットワーク
- 1 1 …インタフェース
- 1 2 …プロセッサ
- 1 2 a …条件設定部
- 1 2 b …回路パターン生成部
- 1 2 c …回路パターン選択部
- 1 3 …セルライブラリ
- 1 4 …C P アパーチャライブラリ

【書類名】

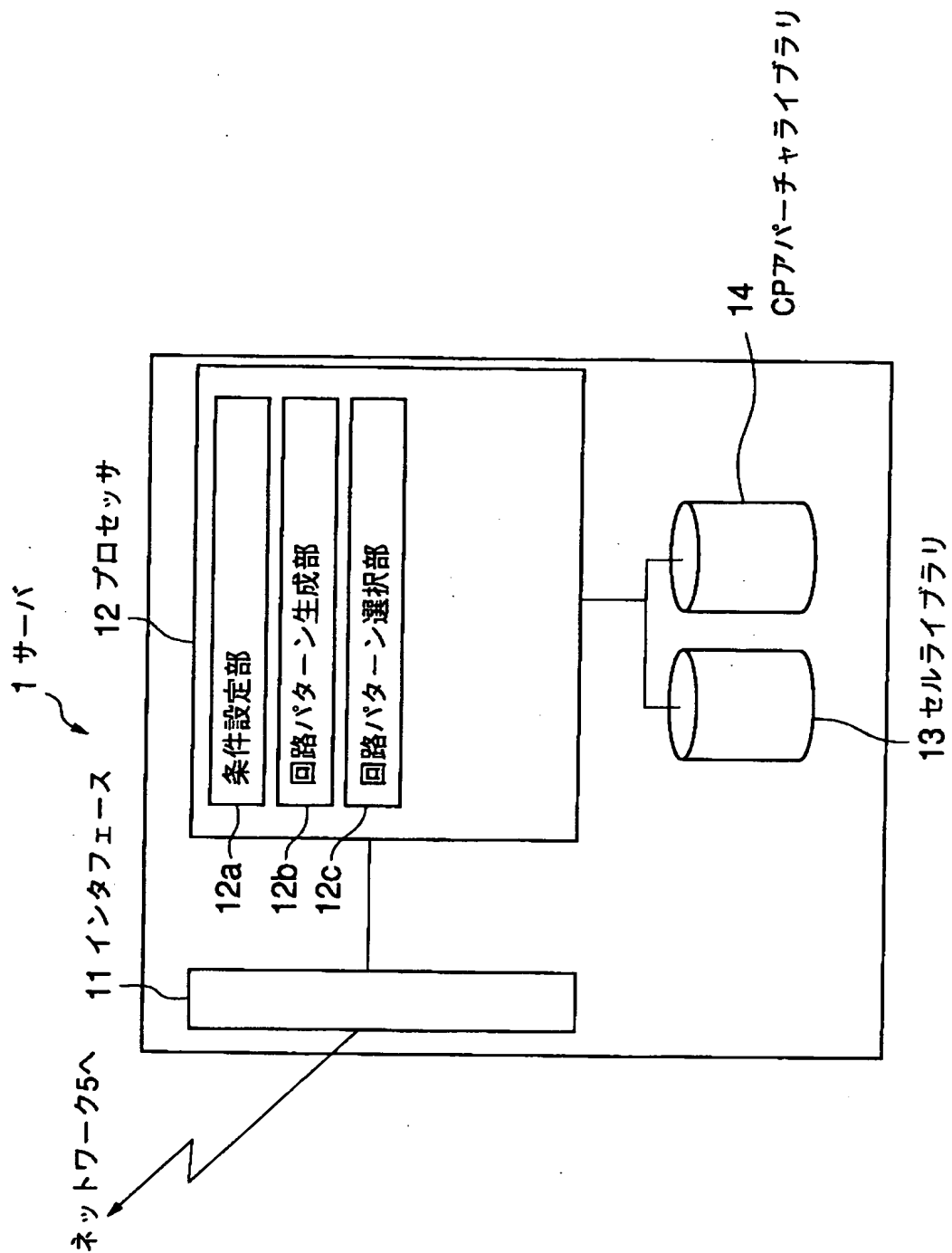
図面

【図 1】

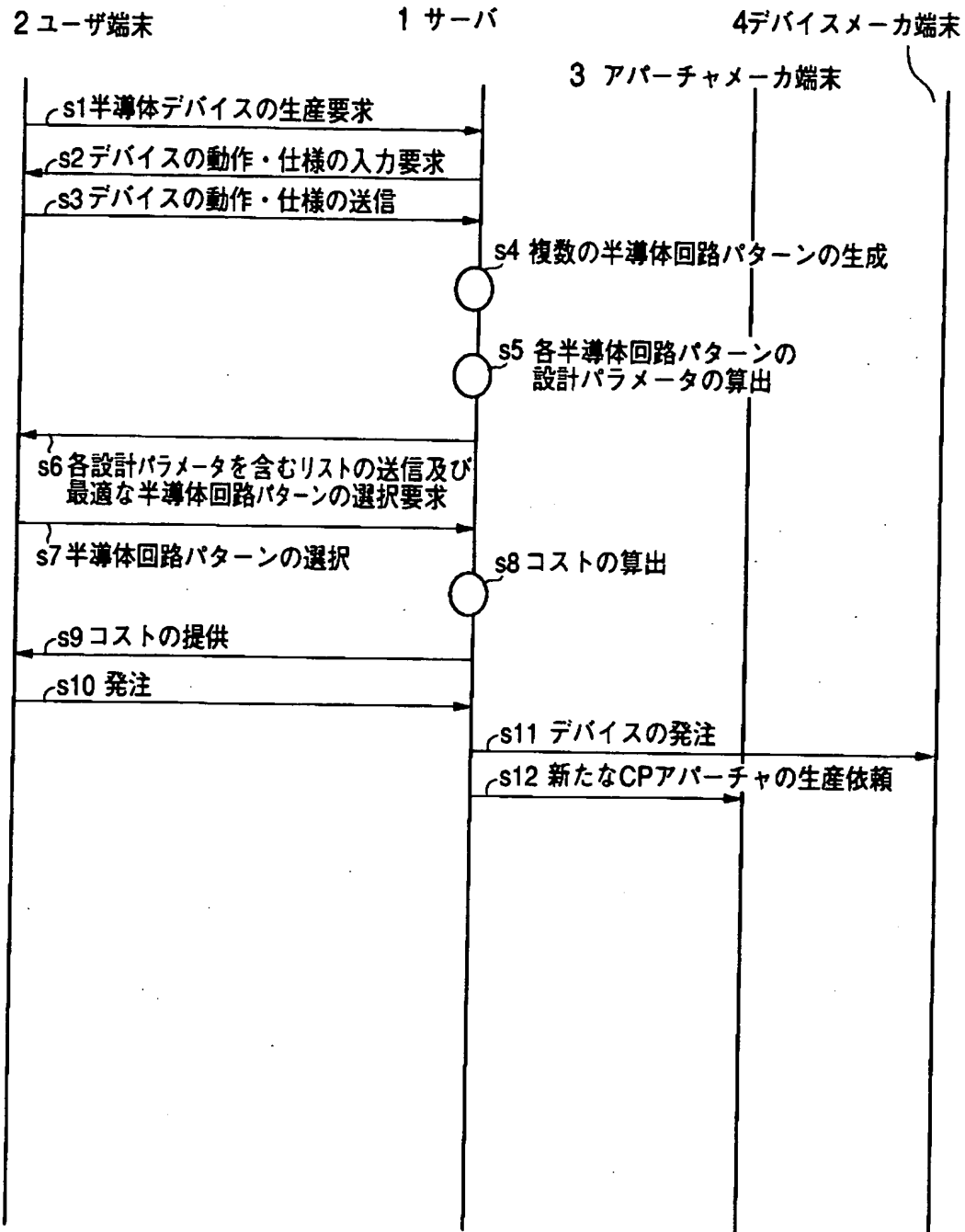




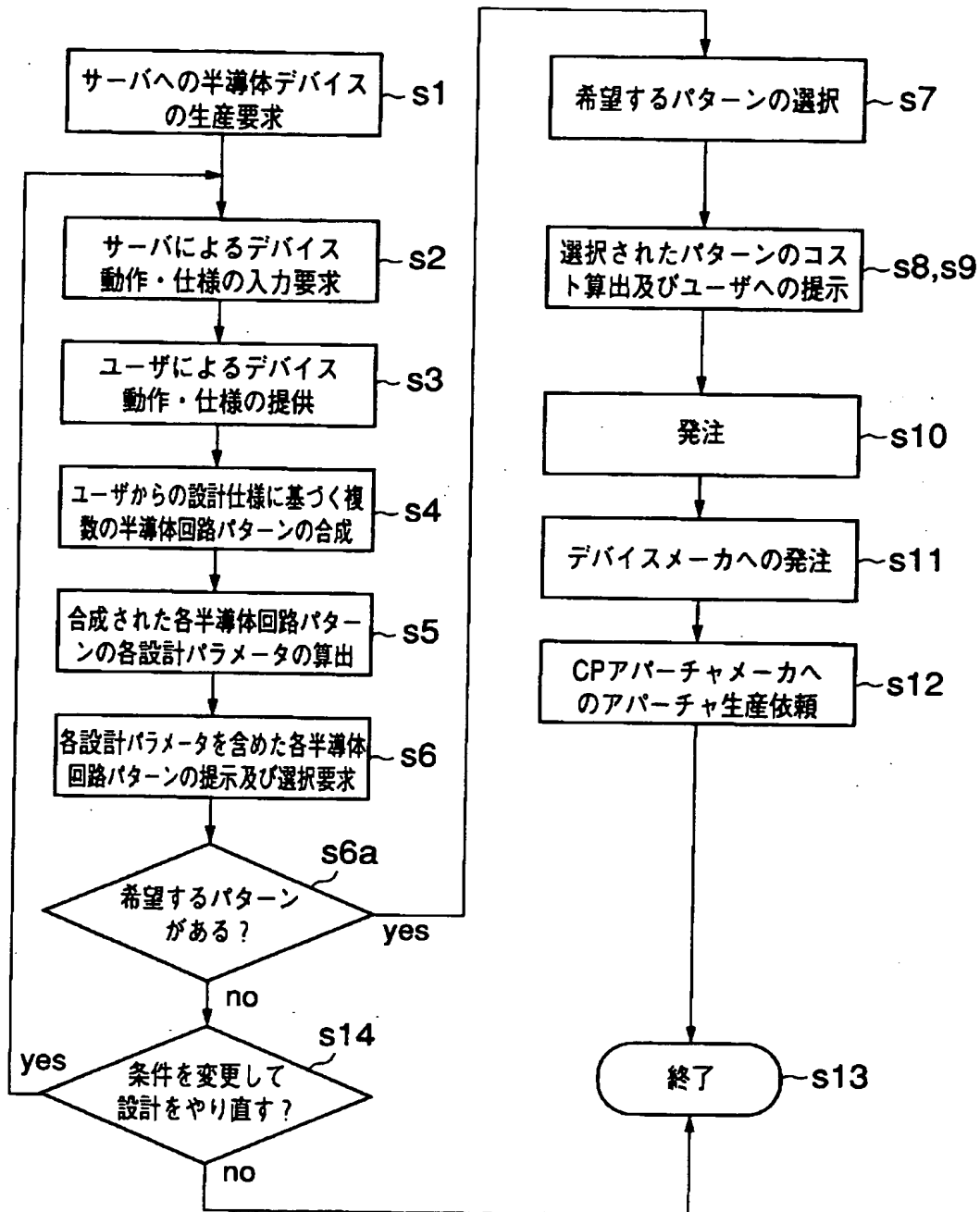
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

動作・仕様を選択して下さい。  
なお、以下の代表的なデバイスのリストから希望されるデバイスの  
仕様を選択してください。

256MBDRAM

1GDRAM

システムLSI

その他

41

なお、予めHDLベースの動作記述を用意されている場合には、  
端末に動作記述ファイルを記憶させた上で  
右のUploadボタンをクリックして下さい。

必要とする動作・仕様を入力して下さい。

動作周波数

チップ面積

生産数

その他の動作・仕様

MHz

mm<sup>2</sup>

個

概要

概要

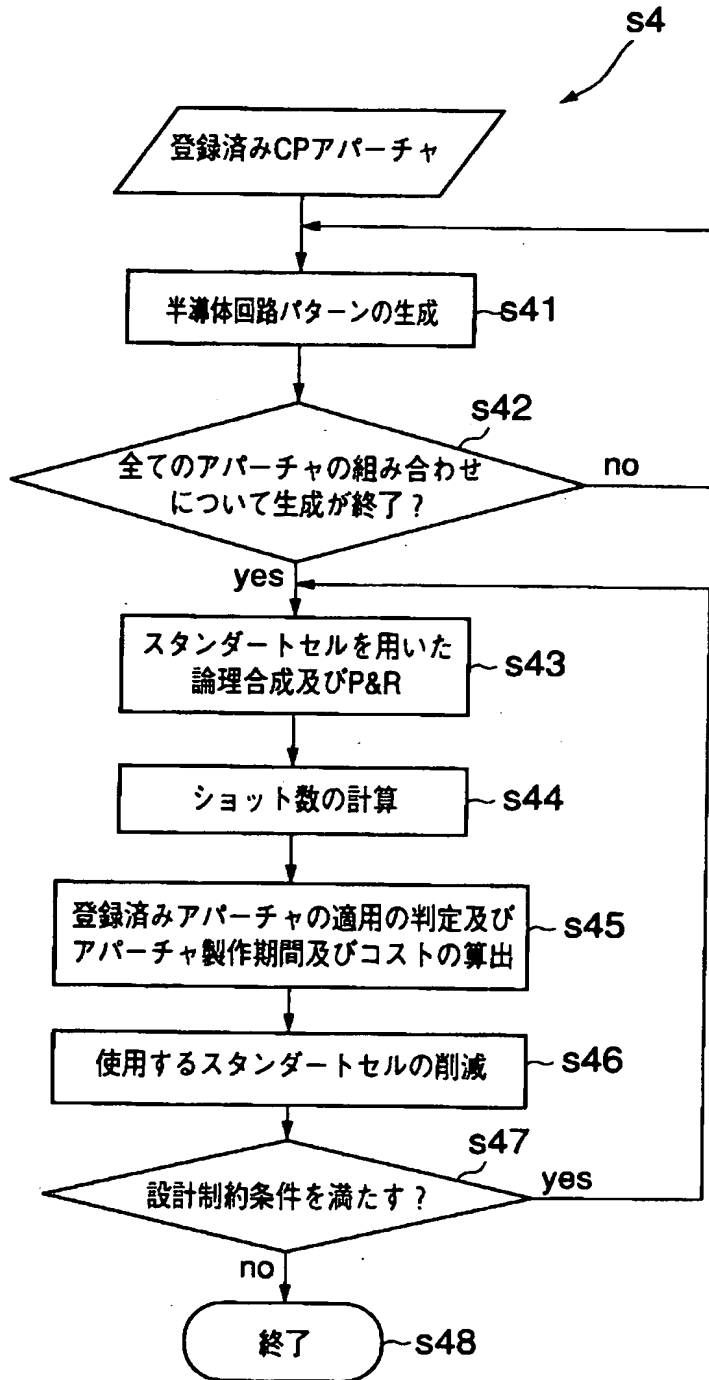
概要

Upload

OK

Cancel

【図 6】



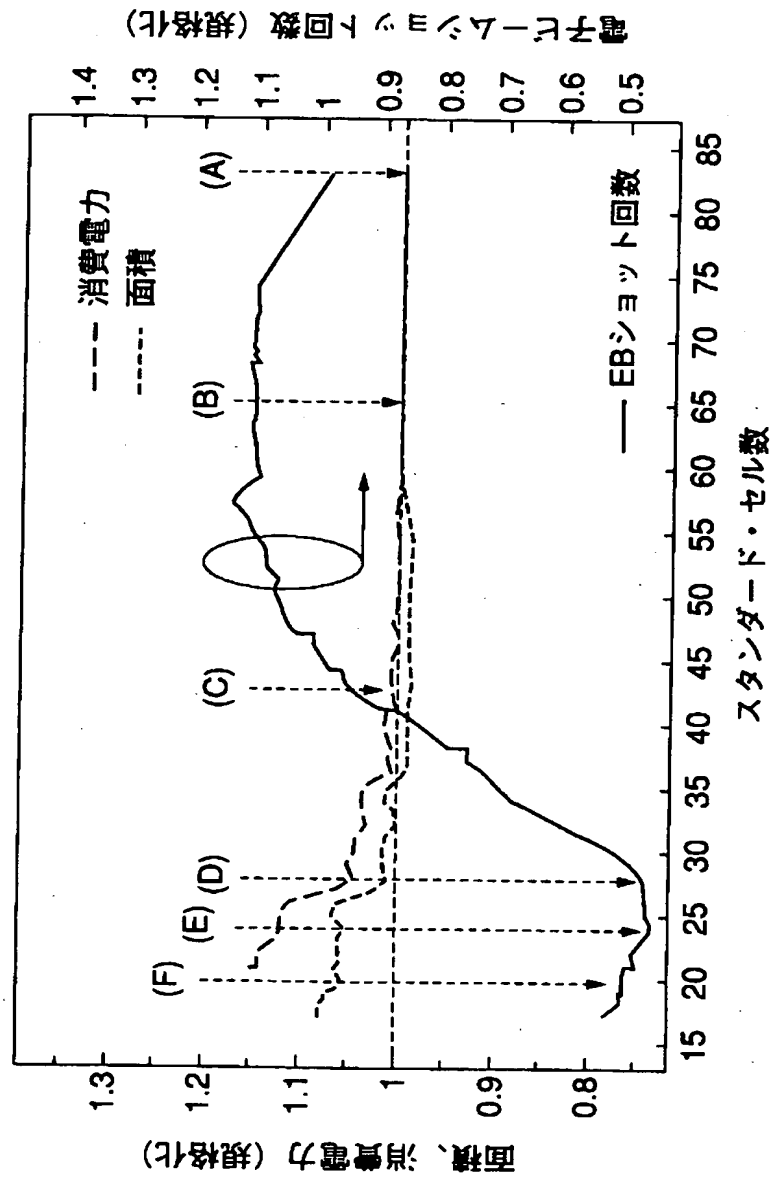
【图7】

以下のの中から希望されるデバイスについて左のチェックボックスをクリックし、選択されましたらOKをクリックし、希望されるものが無い場合、RetryあるいはCancelをクリックしてください。(Retryにより動作・仕様の設定から開始できます)

| パターン番号 | 周波数    | 面積                    | 消費電力 | マスク作製 | コスト        | 期間  |
|--------|--------|-----------------------|------|-------|------------|-----|
| 1      | 632MHz | 32X6.8mm <sup>2</sup> | 15mW | 3枚    | ¥1,203,300 | 65日 |
| 2      |        |                       |      |       |            |     |
| 3      |        |                       |      |       |            |     |
| 4      |        |                       |      |       |            |     |
| 5      |        |                       |      |       |            |     |
| 6      |        |                       |      |       |            |     |
| 7      |        |                       |      |       |            |     |
| 8      |        |                       |      |       |            |     |
| 9      |        |                       |      |       |            |     |
| 10     |        |                       |      |       |            |     |

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

【図 8】



【図 9】

希望されるデバイスの御見積は以下のようになっております。  
金額をご確認の上、発注される場合には支払い方法を入力した上で、  
OKボタンをクリックしてください。発注されない場合にはCancelボタンを  
クリックしてください。

見積もり

〇〇〇,〇〇〇,〇〇〇円

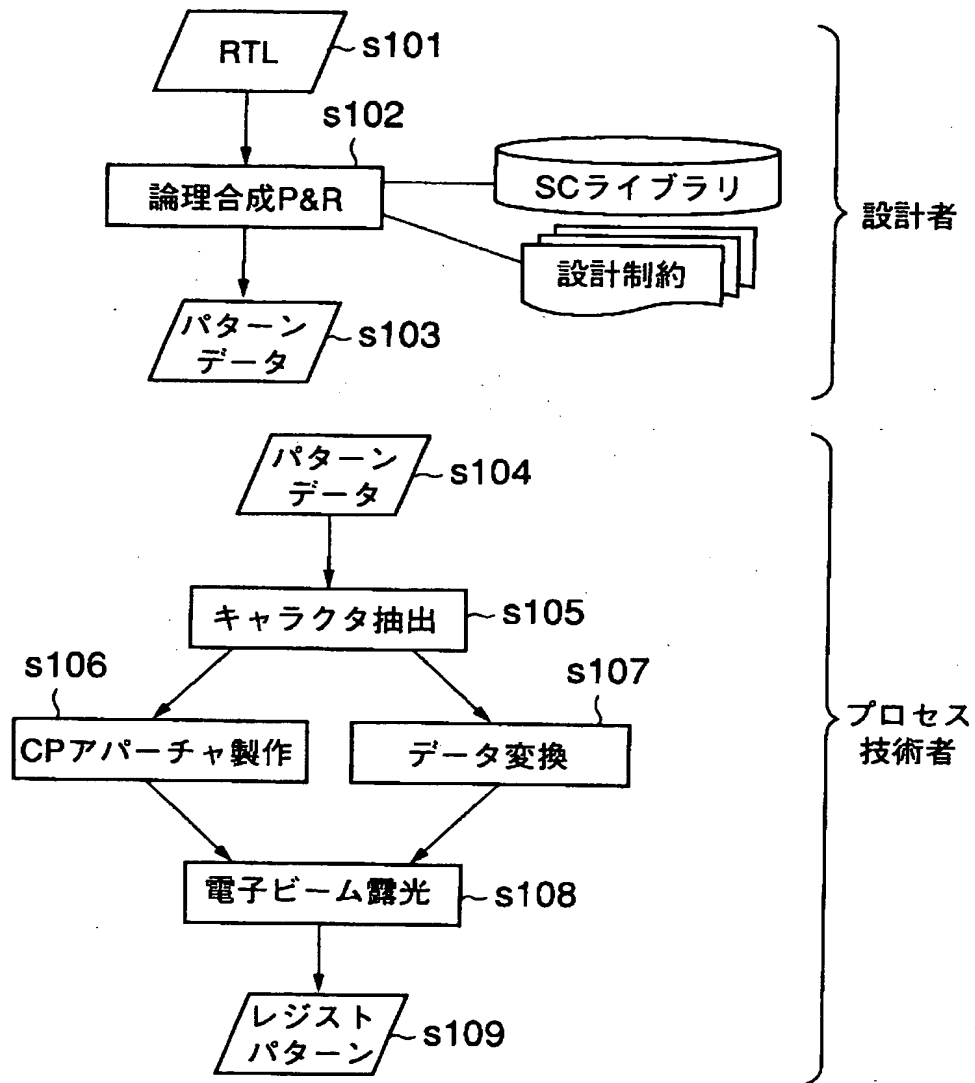
御支払方法

OK

Cancel



【図 1 0】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】 ユーザのニーズを満足する半導体デバイスを効率的に生産する。

【解決手段】 ユーザからの要求（s 1）に応じて半導体デバイスの仕様を入力をユーザに要求し（s 2）、ユーザにより提供された仕様（s 3）に基づいてCP方式に基づいた回路パターンを複数生成し（s 4）、各回路パターンについて設計パラメータを算出し（s 5）、複数の回路パターンの情報を設計パラメータとともにユーザに提供して回路パターンの選択を促す（s 6）。ユーザは、希望する回路パターンを選択し（s 7）、これに対してサーバはコストを算出し（s 8）ユーザに提示する（s 9）。ユーザは、コストを確認した後発注を行う（s 10）。

【選択図】                      図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

|          |                  |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月22日      |
| [変更理由]   | 新規登録             |
| 住 所      | 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 |
| 氏 名      | 株式会社東芝           |